

可視化計測に基づく水制工周辺に生じる堆砂に関する一検討

東北工業大学 学生会員○田中 貴大
東北工業大学 正会員 菅原景一・高橋敏彦

1. 初めに

水制工とは、流速を制御して河岸を守る効果や、土砂の輸送、堆積を促す環境的効果のある河川構造物である¹⁾。近年、多自然川づくりの考えのもと河川管理において河川環境と治水機能を両立させることが重視されている。今回、水制工の土砂を堆積させる機能に着目し、工種の異なる水制工模型を用いて砂の堆積の様子を PIV により可視化計測を行うことで比較検討を行った。

2. 実験方法

図 1 に実験水路の模式図を示す。実験には長さ 10m、幅 0.6m の勾配可変型水路を用い、河床勾配は 1/1000 に設定した。水路右側からレーザーを照射し、水路上部から水制工とその周辺の流れ場をハイスピードカメラで撮影した。流れ場は、流速 $v=0.30\text{m/s}$ 、水深 $h=0.04\text{m}$ とした。水制域への土砂の堆積は浮遊砂に強く依存していることから浮遊砂卓越条件となるように 7 号珪砂を投入し、10 分間隔で 30 秒間撮影を行った。なお、流速の計測にはトレーサ粒子を用いた。撮影は河床付近の砂の動きを捉えるために $Y=0.01\text{m}$ で行った。水制工は、石積み水制、模擬植生水制、川倉水制を用い、全て幅 6cm、長さ 1cm、高さ 6cm の空間内に設置した。模擬植生水制はプラスチック製多孔質体(密集度 $C=0.04$)を用いた。石積み水制の密集度 C は 0.5 であった。川倉水制は約 150/1 縮尺で 3mm の木製の丸棒を用いて制作し 3 基設置した²⁾。川倉水制については形状が複雑なため密集度 C は計測していない。

3. 水制工周辺の流速変化

図 2 に水制工周辺の流速のベクトル図を示す。同図より、水制域において石積み水制が最も流速が減少しており、水制工先端のせん断領域では逆流も確認され、大きな組織渦が生じていることが確認できる。一方模擬植生水制では水制域での減速は小さく、主流域において流速が全体的に大きいことが分かる。図 3 に水制工背後の主流速 u の横断分布を示した。同図より、石積み水制では $X=0.18\text{m}$ 即ち水制の長さの 1.5 倍の距離を流下しても水制域内の主流速は 0 であり減速効果が持続している。一方、川倉水制では流下に伴って、水制域内の流速が 0.20m/s 程度まで回復している。図 4 に水制域($Z=0.06\text{m}$)、境界領域($Z=0.12\text{m}$)、主流域($Z=0.18\text{m}$)の横断方向流速 w の縦断分布を示す。同図より、石積み水制の先端部である境界領域($Z=0.12\text{m}$)にて流速 w が

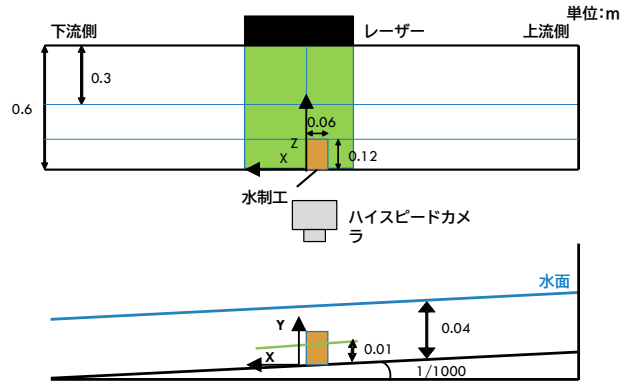


図 1 実験水路の模式図

表 1 実験条件

水制工模型	石積み	模擬植生	川倉
密集度 C	0.5	0.04	不明
流速 u (m/s)	0.30		
水深 h (m)	0.04		
備考：浮遊砂卓越領域(7号珪砂)			

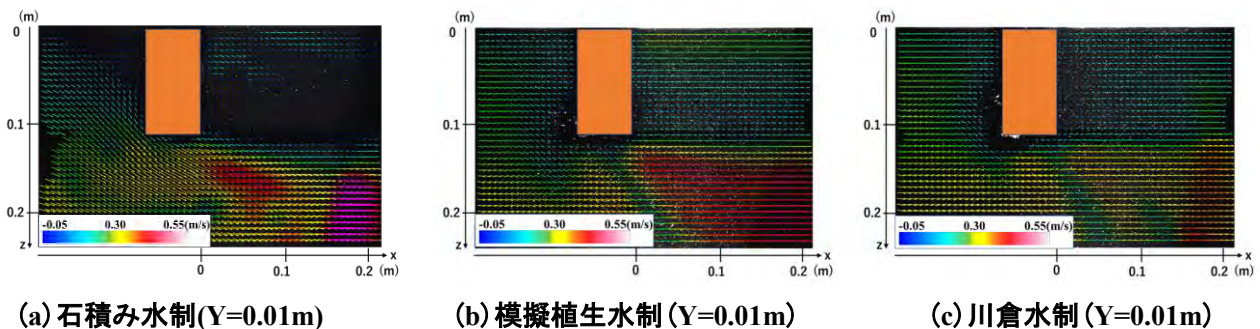


図 2 水制工周辺の流速ベクトル図

大きくなっている。これは水制工の水刼ね効果によるもので、その影響が主流域(Z=0.18m)にも表れている。

4. 水制工種の違いによる砂の堆積の様子

図5は、通水開始直後と通水開始から30分経過後の水制工周辺の堆砂の様子を示したものである。同図から、水制工の工種の違いによって水制域の堆積の様子が異なることが分かる。

同図(a-2)に示した石積み水制では水制域に若干堆砂が確認できるが全体的に堆砂量が少ない傾向にあった。また、同図より石積み水制の上流側においても砂が少ない傾向にあり、石積み水制には流水による砂の接近を阻害する働きがあると考えられる。同図(b-2)に示した模擬植生水制では水刼ねの影響が顕著な境界領域での堆砂はみとめられず、水制域では植生の疎密のばらつきに応じて多少の程度の違いはあるが水制域全体に堆砂が進んでいることが分かる。同図(c-2)の川倉水制では各川倉水制の背後に帯状の堆砂が生じている。

5. まとめ

本研究では、工種の異なる水制工模型を用いて、水制工周辺の土砂堆積の様子を比較検討することを目的に水理模型実験を行い、工法の異なる水制工毎の時間経過による堆砂の様子を捉えることができた。その結果、透過型である模擬植生水制、川倉水制には砂を多く堆積させる効果があり、密集度が大きい石積み水制には上流側含め周辺に砂を堆積させる効果が小さいことが確認できた。

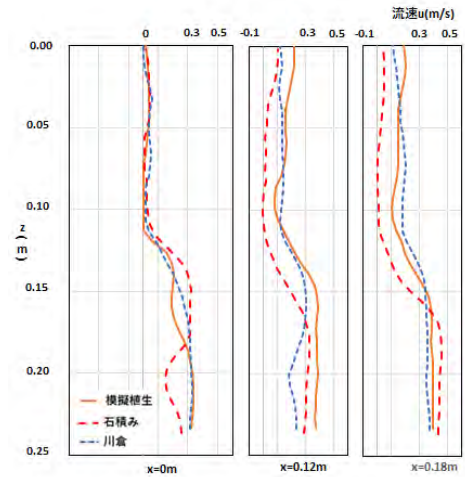


図3 水制工背後の主流速 u の横断分布

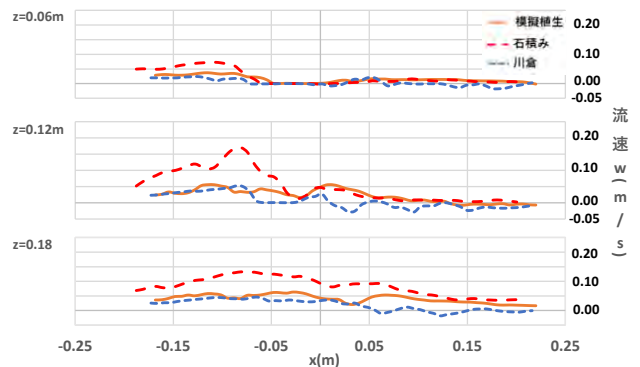


図4 水制工前後の横断方向流速 w の縦断分布

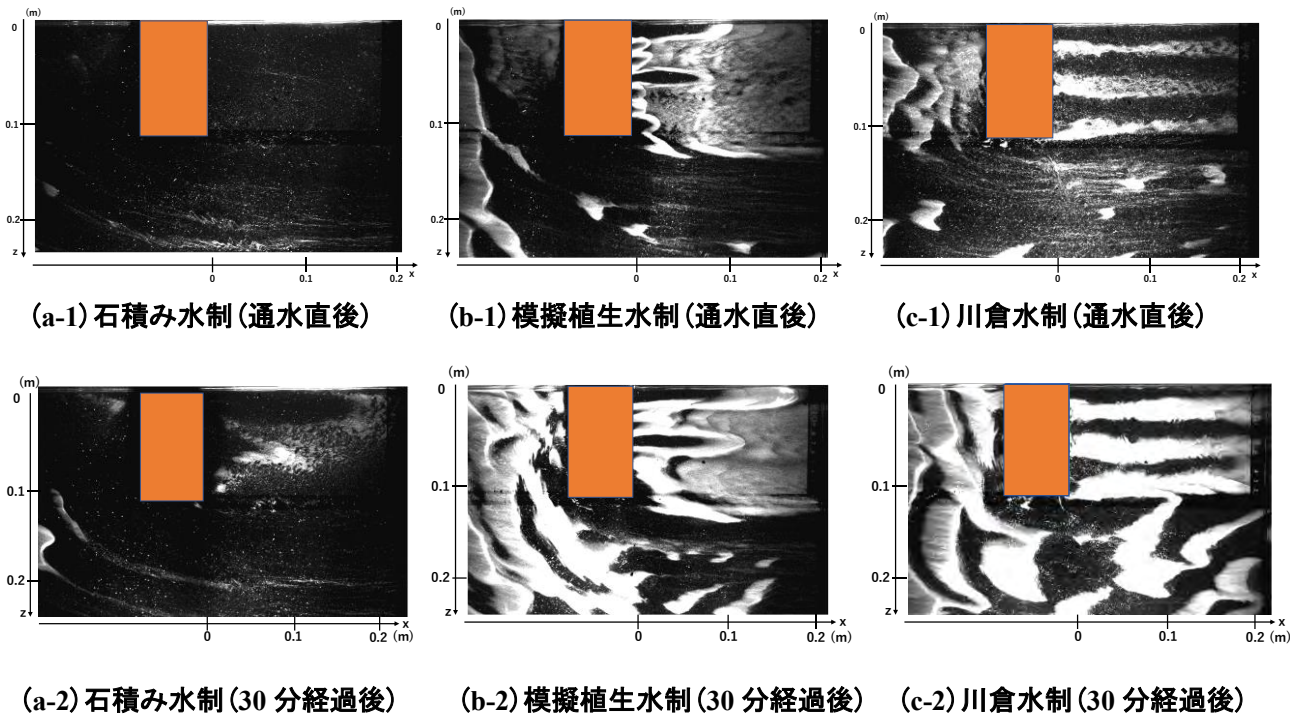


図5 時間経過による砂の堆積の様子

参考文献

- 1) Hong Koo Yeo, Joon Gu Kang and Sung Jung Kim (2005): An Experimental Study on Tip Velocity and Downstream Recirculation Zone of Single Groynes of Permeability Change: KSCE Journal of Civil Engineering Vol. 9, No. 1 / January 2005 pp. 29~38g
- 2) 山本 晃一(1996)：日本の水制，(株)山海堂